

Las indudables ventajas energéticas obtenidas en las instalaciones de cogeneración y trigeneración no están suficientemente apoyadas en la actualidad en los ámbitos normativo, económico y fiscal.

DE LA COGENERACIÓN A LA TRIGENERACIÓN

**Stefano Barsali,
Paolo Pelacchi,
Antonio Trivella**
Universidad de Pisa



La utilización de técnicas de cogeneración para la producción simultánea de energía eléctrica y calor utilizable (CHP, *Combined Heat and Power*) ha venido creciendo progresivamente en los últimos decenios por el incremento del rendimiento de conversión de la energía primaria del combustible en energía útil.

La mejora del rendimiento supone también, evidentemente, un ahorro económico pero sobre todo en el aspecto ambiental, pues para la misma cantidad de combustible utilizado se obtiene mayor cantidad de energía útil.

Las principales aplicaciones de este tipo de instalaciones se han realizado en el campo industrial, en particular en los sectores en los que la demanda de energía eléctrica y de calor para los procesos productivos asumen características de continuidad durante todo el año, obteniendo así una utilización óptima de los recursos energéticos primarios. Este es el caso de las industrias petroquímicas, agroalimentarias y papeleras. La difusión de esta tecnología se ha difundido en Italia en particular con introducción de algunas medidas normativas que han incentivado el sector.

La utilización de técnicas de cogeneración en otros sectores (en particular el terciario y los servicios) ha tenido, por el contrario, aplicaciones esporádicas relacionadas con algunos casos particulares: por ejemplo, la

calefacción centralizada utilizada en algunos grandes centros del norte de Italia (Brescia, Verona y otros). La limitación del desarrollo de tales sectores ha estado causada principalmente por el hecho de que el calor proveniente del proceso de cogeneración podía ser utilizado solamente durante los meses invernales, reduciendo en parte la ventaja energética obtenible.

En los últimos años, coincidiendo con un progresivo aumento de la demanda de climatización de los ambientes, se han comenzado a difundir en el mercado instalaciones de refrigeración por absorción o bien dispositivos que producen frío utilizando como energía primaria una fuente de calor de alta o media temperatura. La posibilidad de utilizar tales dispositivos en sectores en los que el número anual de horas de empleo del calor es limitado (caso típico de los sectores no industriales), permite poder recuperar la energía térmica también durante los meses estivales, aumentando así el aprovechamiento energético y, por consiguiente, también el económico y ambiental: se pasa así de las instalaciones de cogeneración a

las de trigeneración (CHCP, *Combined Heat, Cool and Power*). En la figura 1 se han reflejado, a título orientativo, los flujos energéticos relativos a una instalación de trigeneración.

Los beneficios

Las ventajas que se pueden obtener de los procesos de cogeneración y trigeneración son múltiples así como también son diversos los sujetos que se benefician de ellas.

Para el cliente final se refieren a:

- Mejor utilización de la energía primaria y, por consiguiente, costos energéticos reducidos con respecto a soluciones convencionales que prevén la producción separada de energía eléctrica y calor.

- Mayor continuidad y calidad en el suministro de energía eléctrica, esencial cuando la interrupción del servicio tiene consecuencias económicas relevantes, o impacto sobre la salud o la seguridad.

Para los productores y distribuidores de energía eléctrica, las principales ventajas son:

- La posibilidad de entrar en el mercado de la producción con inversiones iniciales relativamente modestas, ofreciendo a los clientes un servicio energético completo (energía eléctrica y térmica).

- La limitación del riesgo de exposición del capital gracias a la disponibilidad de tamaños medio-pequeños, al corto tiempo de instalación y a la mayor flexibilidad en la localización de posibles emplazamientos.

- La posibilidad de apertura de un mercado en zonas periféricas con sistemas de transporte no adecuados o

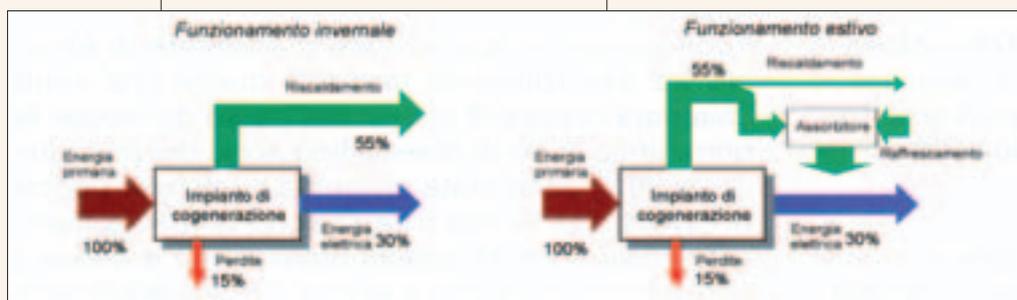


Figura 1. Flujos energéticos de una instalación de trigeneración con sistema de absorción, en el funcionamiento invernal y estival

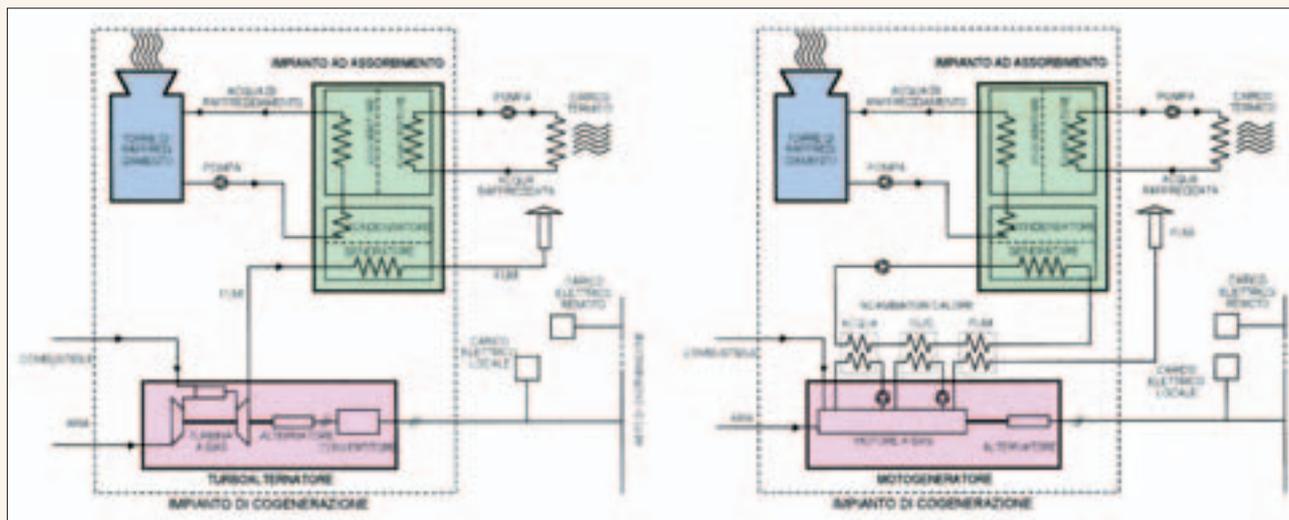


Figura 2. Esquema de principio de las instalaciones de trigeneración con microturbina y motor de combustión interna

en zonas con limitaciones ambientales restringidas,

- Con relación referida a los distribuidores de energía eléctrica, la posibilidad de diferir las inversiones con la potenciación de la capacidad de transporte de las redes a través del desarrollo de servicios ocasionales como, por ejemplo, el mantenimiento de la tensión y el *peak shaving*.

Para la Sociedad en su conjunto las principales ventajas que pueden recordarse son:

- Reducción de las emisiones por efecto del aumento de la eficiencia energética total.

- Reducción del consumo de energía primaria.

Tecnologías aplicadas en la trigeneración

Los principales componentes de una instalación de trigeneración son:

- El grupo cogenerador de producción de energía eléctrica y calor, constituido por el generador eléctrico acoplado al motor primario, y por los intercambiadores para la recuperación del calor contenido en los flui-

dos provenientes del motor (gases de combustión, agua de refrigeración, aceite de refrigeración),

- La instalación frigorífica de absorción.

Grupos cogeneradores de producción de energía eléctrica y calor

Las tecnologías actualmente más difundidas con relación a los motores primarios para grupos de cogeneración son.

- Turbina de gas de tamaño medio-pequeño y microturbina.

- Motores alternativos de combustión interna y encendido controlado (ciclo **Otto** de gas) y de encendido espontáneo (ciclo **Diesel**).

Existen además otras dos tecnologías todavía en fase de investigación y desarrollo para las cuales existen actualmente a nivel industrial solamente los prototipos: los motores **Stirling** y las células de combustible. Los motores Stirling, con funcionamiento por un fluido de ciclo distinto al del proceso de combustión, se prestan al empleo de diversos com-

bustibles como la biomasa y otros combustibles poco apreciados.

En la Figura 2 se han representado los esquemas de principio de ambas tipologías de implantación, mientras la Tabla 1 refleja los valores y tamaños típicos característicos de las diferentes tipologías de motores primarios.

De la observación de la tabla, se deduce que una de las ventajas más relevantes de los grupos de cogeneración realizados con turbina o microturbina de gas es el valor extremadamente reducido de las emisiones nocivas. Otra observación importante se refiere a la vida operativa, que, para las turbinas de gas, resulta casi el doble con relación a la de las otras tipologías. En las instalaciones que utilizan motores de combustión interna, el calor útil está proporcionado en parte por los fluidos de refrigeración (agua y aceite) y en parte por los humos del escape (en primera aproximación se puede suponer repartidos al 50%): las temperaturas que se obtienen son de 90-120 °C para los primeros, y de 400-600 °C para los segundos. Por el contrario, en las instalaciones que utilizan turbinas de gas y microturbinas el calor útil es proporcionado totalmente por los humos resultantes de la combustión, que tienen temperatura entre 450 y 600 °C.

Instalaciones frigoríficas por absorción

En una instalación frigorífica convencional de compresor, el efecto de re-

Tabla 1 – Datos característicos de algunas tecnologías para la cogeneración

	Motor diésel	Motor de gas	Turbina de gas	Microturbina
Rendimiento eléctrico (%)	27-44	24-40	25-40	23-33
Rendimiento total (%)	85-88	85-88	80-90	70-80
Potencia eléctrica (kW)	3 - 20.000	5 - 5000	500-30.000	30-200
Disponibilidad (%)	90-94	95-97	92-96	92-97
Emisiones de NOx (ppm)	400	30-95	10-25	9-45
Ruido (dB a 1 m)	70-120	70-120	75-90	70-80
Vida operativa (h x 1000)	20-60	48-60	90-150	60-80*
Costo (€/kW)	450-950	600-1200	400-700	800-1100

* El dato es una extrapolación a causa de la escasez de los datos disponibles

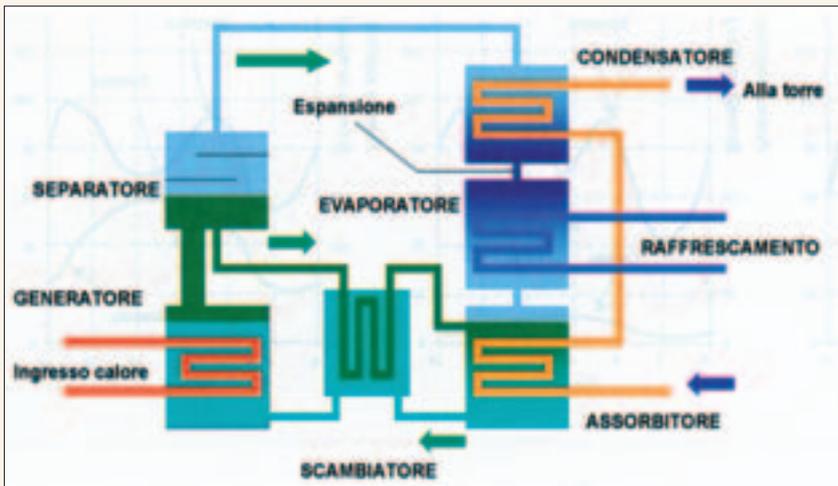


Figura 3. Esquema de instalación de absorción de una sola etapa

frigeración se produce en el evaporador donde el fluido refrigerante se evapora absorbiendo calor, que es cedido a continuación en el condensador, donde el refrigerante se condensa. La energía necesaria para aumentar la temperatura del fluido refrigerante y forzarle luego a ceder al exterior el calor tomado del ambiente interior es proporcionada por un compresor mecánico.

También en una instalación de absorción el efecto de refrigeración está obtenido con la evaporación del fluido refrigerante, que en este tipo de instalaciones está mezclado con un fluido absorbente; el efecto de compresión del fluido refrigerante se obtiene, no por medio de una compresión mecánica (como en las instalaciones convencionales) sino mediante la variación de concentración de la mezcla fluido refrigerante-fluido absorbente obtenida a diversas temperaturas (Fig. 3). De este modo, en el generador quedan separados por destilación ambos fluidos y, mientras el refrigerante queda enfriado en el condensador y luego expandido para obtener el efecto frigorífico, el fluido absorbente es enviado al "absorbedor" en el que se reconstituye la mezcla de fluidos originaria, que luego es enviada de nuevo al generador de vapor. Debe tenerse en cuenta que las instalaciones de absorción tienen necesidad de ceder el calor a temperaturas inferiores a 32-35 °C, lo que no se puede lograr, en épocas y ambientes más calurosos, solamente con los intercambiadores de aire: es, por

tanto, necesario utilizar una circulación de agua, o bien, sistemas dotados de torres de refrigeración por evaporación.

Las grandes ventajas de las instalaciones de este tipo están representadas por la extrema simplicidad de funcionamiento y de su elevada fiabilidad debidas sustancialmente a la casi total ausencia de órganos en movimiento.

El refrigerante y la solución absorbente de un ciclo de absorción forman lo que viene llamándose *una pareja de trabajo*; en el curso de los años (las primeras máquinas de este tipo son de principios del siglo XIX), se han propuesto numerosas parejas de trabajo, pero las dos que han prevalecido industrialmente son la pareja amoníaco-agua y la pareja bromuro de litio-agua. La primera está indicada cuando las temperaturas que se desea obtener son inferiores a 0 °C, mientras que la otra se utiliza cuando las temperaturas a alcanzar son superiores; esta última, por consiguiente, está indicada en particular para el acondicionamiento ambiental.

Comercialmente existen equipos de simple y doble efecto, aunque los de mayor difusión son los primeros. La eficiencia térmica, expresada con el coeficiente de prestación COP (calor captado del ambiente por enfriamiento con relación al calor introducido), es del orden de 0,6-0,7 para los equipos de simple efecto y puede alcanzar el valor de 1,1 para los de doble efecto. En ambos casos la tipología de la instalación puede utilizar

como fluido caliente vapor o agua caliente, aunque con características de entalpía diferentes.

Para los de simple efecto se puede utilizar vapor a temperatura comprendida entre 110 y 120 °C y, como alternativa, agua a 115-150 °C con una presión máxima de 9 bar. La instalación puede utilizar también agua caliente a temperatura de 90-95 °C, pero con un mayor costo específico.

Para los equipos de doble efecto, el vapor debe tener una temperatura comprendida entre 175 y 185 °C, mientras en el caso de utilizar agua caliente debe estar comprendida entre 155 y 205 °C. El equipo de doble efecto tiene un costo del 20-40 % superior al del simple, pero requiere una torre de refrigeración más pequeña de casi el 40%.

La directiva europea sobre la promoción de la cogeneración

Como ya se ha reflejado en la introducción, las instalaciones de cogeneración se han desarrollado, sobre todo en el pasado, en el sector industrial: con la introducción de las instalaciones refrigeradoras por absorción, las de trigeneración tendrán la oportunidad de difundirse, sobre todo en los sectores terciario y civil. A tal fin, debe señalarse que la Directiva Europea 2004/8/CE sobre la promoción de la cogeneración basada en una demanda de calor útil en el mercado interno de la energía, afirma que *"la promoción de la cogeneración de alto rendimiento basada en una demanda de calor útil es un prioridad comunitaria <...> y es por tanto necesario adoptar medidas que permitan disfrutar mejor de este potencial en el marco del mercado interno de la energía"*. La citada directiva afirma además que *"la Directiva 2002/91/CE <...> sobre rendimiento energético en los edificios requiere a los Estados miembros, para los edificios nuevos cuya superficie útil sea superior a 1000 m², prever que sea valorada la posibilidad técnica, ambiental y económica de instalaciones de sistemas alternativos como la cogeneración de calor y energía antes del comienzo de los trabajos de construcción"*. La Directiva pone atención particular a dos

problemas cruciales para la difusión de los sistemas de cogeneración y trigeneración, que se refieren al acceso a las redes de energía eléctrica (Art. 8) y el procedimiento que autoriza la instalación y la gestión de tales instalaciones (Art.9), los cuales deben ser incentivados, sobre todo para los sistemas de micro-cogeneración (hasta 50 kW) y para los de pequeña cogeneración (hasta 1.000 kW).

La Directiva europea sobre la promoción de la cogeneración deberá, como de costumbre, ser aplicada por los Estados miembros en tiempo relativamente breve. Debe recordarse que en Italia se han dado grandes pasos adelante para la difusión de los sistemas de cogeneración, aunque de pequeño tamaño, antes incluso de que fuera redactada la Directiva europea en la materia; de hecho, la próxima introducción de las titulaciones de eficiencia energética atribuirá gran importancia, con el objetivo del ahorro energético, a la realización de instalaciones de cogeneración, previendo formas de financiación apoyadas en las citadas titulaciones. Otras ventajas introducidas para el sostenimiento del desarrollo de tales técnicas prevén toda una serie de facilidades, entre ellas la exención, para el que produce con instalaciones de cogeneración, de la obligación de poner en red energía producida con fuentes renovables, y la reducción de alguna cuota de acceso sobre el gas y la energía eléctrica.

Problemas de autorización: la situación italiana actual

En Italia queda aún mucho que hacer en lo referente a los procesos de autorización para la realización de los pequeños sistemas de cogeneración: de hecho, la construcción de dichas instalaciones requiere un conjunto de informes y autorizaciones que difieren poco de los previstos para las instalaciones de dimensión superior a 300 MW.

Sin embargo, para las instalaciones con potencia inferior a 1 MW, la ley sobre la reordenación del sector eléctrico italiano (la llamada *Ley Marzano*) ha procurado resolver (al menos en parte) el problema: la ley afir-

ma que *“la implantación de una instalación de microgeneración, siempre que esté homologada, está sujeta a normas de autorización simplificadas. En particular, si la instalación es termoeléctrica, está sometida a las mismas técnicas y de autorización de una instalación de generación de calor de potencia térmica similar”*. La ley dispone además que *“en los seis meses de la fecha de entrada en vigor de la presente ley, el Ministro de Actividades Productivas, en consonancia con el Ministro del Ambiente y la Salvaguarda del Territorio y el Ministro del Interior, editará un decreto propio con las normas de homologación de las instalaciones de microgeneración, fijando los límites de emisión de gases y de ruidos, y los criterios de seguridad”*.

Problemas de proyecto y gestión de las instalaciones de trigeneración

La realización de este tipo de instalaciones, como ya observa la Directiva europea citada, requiere ante todo el espacio adecuado para la implantación de los diversos componentes: generador, caldera de recuperación, torres de refrigeración, etc. En ese espacio deben preverse también los dispositivos de reserva e integración de la producción de calor (calderas auxiliares de integración); por contra, no es necesario prever dispositivos de reserva para la producción de energía eléctrica, puesto que será suficiente un contrato con el gestor de la red local para garantizar la continuidad del servicio en los casos de avería u operaciones de mantenimiento. Otro problema relacionado con la definición del espacio adecuado reside en las emisiones acústicas de esas instalaciones, que pueden ser tales que desaconsejen su implantación en determinadas zonas urbanas, a menos de proceder a complementar las instalaciones con la ayuda de sistemas de insonorización.

Con referencia a los aspectos de gestión, conviene recordar que cuando las instalaciones tienen un tamaño mediano y pequeño (100-3.000 kW), los gastos para el funcionamiento y mantenimiento de la instalación las

hacen a veces prohibitivas. De hecho el usuario aislado o el condominio, aunque sea grande, difícilmente podrá gestionar por sí solo una instalación de trigeneración: el funcionamiento de las instalaciones, el mantenimiento, la contabilidad con los clientes, etc. requieren una organización que no puede ser puesta en marcha para unos pocos usuarios. Una sociedad que gestione servicios a la red o una sociedad de servicios energéticos, están ya estructuradas para desarrollar tales actividades, de las cuales obtener beneficios y asegurar economías al usuario con el tiempo. En tal sentido, la gestión del servicio podrá ser confiada a las compañías de servicios que atienden más instalaciones (utilizando también técnicas de telegestión), a Sociedades que proyectan y construyen grandes complejos inmobiliarios con el fin de gestionar en red para todo el conjunto o, más sencillamente, a los concesionarios de servicios públicos en red (gas, electricidad, agua); las soluciones de las instalaciones de calefacción referidas en los párrafos anteriores ofrecen ejemplos significativos en tal sentido.

Un ejemplo de aplicación

Los sectores en los que interesa concentrar la atención para desarrollar la implantación de los sistemas de trigeneración, aparte el sector comercial en el que existen ya algunas aplicaciones interesantes, son los de utilidad civil y de hostelería. En el primero podrían realizarse aplicaciones de instalaciones centralizadas con contadores de energía para calefacción y refrigeración en cada apartamento, consiguiendo así una climatización absolutamente equivalente a la de las instalaciones independientes.

A fin de efectuar una valoración analítica de una aplicación real se hace con la utilización en el campo de la hostelería (hotel), con unas 40.000 presencias anuales, repartidas con un mínimo de 2.000 en los meses de invierno y un máximo de 4.000 en el verano. Los valores de consumo mensual de gas metano, energía eléctrica y agua potable revelan que cerca

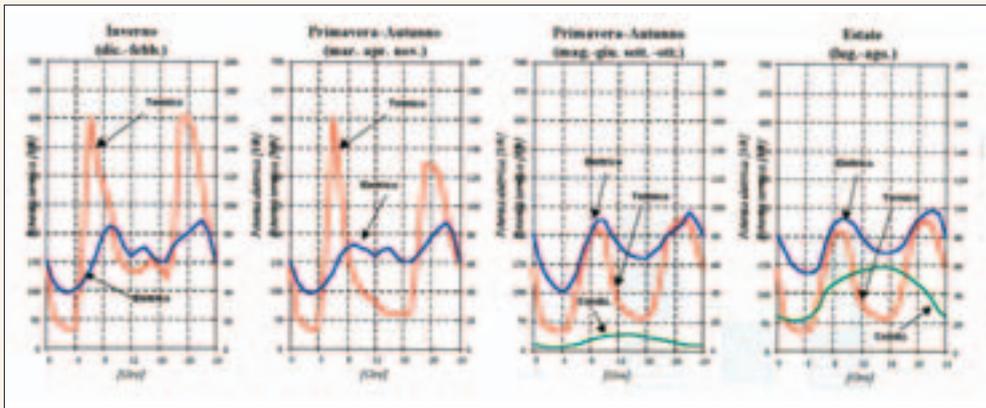


Figura 4. Diagramas de carga eléctrica, calefacción térmica y acondicionamiento térmico

del 25% del consumo de gas está destinado a la refrigeración del ambiente, y el 75% para otros usos, en los que es preponderante la producción de agua caliente sanitaria. En la Figura 4 se reflejan los diagramas diarios de carga térmica de refrigeración, térmica de calefacción y eléctrica para los cuatro periodos típicos de funcionamiento.

Tales diagramas pueden considerarse representativos de una utilización civil-comercial: se han analizado tres posibilidades diferentes:

- Instalación actual: refrigeración eléctrica, calefacción y agua caliente sanitaria con caldera de gas.

- Instalación de cogeneración: refrigeración eléctrica, instalación de producción de energía eléctrica por gas metano con cogeneración, y caldera de integración.

- Instalación de trigeneración: refrigeración con equipo de absorción, instalación de producción de energía eléctrica por gas metano con cogeneración, y caldera de integración. El calor de entrada a la instalación de absorción es producido por el sistema de cogeneración y la caldera de integración.

La gestión de la instalación se efectúa con el seguimiento del consumo térmico y suponiendo invariantes los diagramas de carga. Obviamente la eventual energía eléctrica en exceso puede ser cedida a la red, mientras el calor excedente sólo puede ser disipado. Un afinamiento posterior podría modificar el diagrama de carga térmica aumentando su acumulación en forma de depósitos de agua caliente sanitaria y mayor calefacción nocturna con reducción de las pun-
tas.

La instalación de cogeneración presentada como ejemplo está constituida por dos motores de gas de 50 kW eléctricos cada uno. Con las hipótesis planteadas, esa elección permite un funcionamiento a plena carga de las dos máquinas, manteniendo en servicio una sola en las horas de carga mínima. Con los diagramas de carga presentados es necesaria, lógicamente, la integración térmica de parte de la caldera de gas.

Análisis energético

La Tabla 2 refleja los resultados en términos energéticos de la instalación en las tres hipótesis elegidas. Es evidente el buen dimensionamiento planteado con una utilización de la potencia eléctrica instalada superior a las 6.000 horas anuales y una reducción del empleo de energía primaria en torno al 23% en el caso de cogeneración (con acondicionamiento eléctrico), y del 21% en el caso de trigeneración. Ello es debido a la baja eficiencia del sistema de absorción alimentado con temperaturas por debajo de 100 °C (valor del COP (Coeffi-

cient of Performance) de cerca de 0,7). Los sistemas de compresor, por el contrario, se benefician de una eficiencia muy superior (COP superior a 2,5). Los primeros, por tanto, utilizan un método poco apreciado y de baja eficiencia, mientras los segundos utilizan un método apreciado y de eficiencia elevada. En conjunto, los dos efectos se equilibran.

Análisis económico

Si energéticamente el sistema asegura una rentabilidad en torno del 20%, no puede decirse otro tanto del punto de vista económico.

En la Tabla 3 se reflejan las diferentes cifras de gastos, subdivididas en gastos iniciales y gastos anuales, los primeros con desembolso en el momento inicial y los segundos al cierre del ejercicio de cada año, previendo un suministro de energía eléctrica en media tensión, considerando las facilidades de acceso al gas utilizado en la producción de energía eléctrica para uso propio, y teniendo en cuenta los ingresos debidos a una venta eventual de energía eléctrica al precio fijado por la Administración. El estudio está basado para un periodo de diez años, con una tasa de actualización del 5%.

Tabla 2 – Análisis energético relativo al caso estudiado

	Caso actual	Con cogeneración	Con trigeneración
Energía eléctrica (MWh/año)			
Consumida	698	698	603
Producida	-	610	691
Cedida	-	82	130
Adquirida	698	170	42
Calor (MWh/año)			
Consumido	1257	1257	1586
Producido en cogeneración	-	945	1063
Producido en caldera integrada	1257	312	523
Consumo de gas (m ³ /año x 1000)	154	241	293
Energía primaria equivalente (tep/año)	280	216	221

Equivalencia del gas 0,82 x 10⁻³ tep/m³, energía eléctrica 0,22 x 10⁻³ tep/kWh

Tabla 3 – Análisis económico del caso estudiado

	Caso actual	Con cogeneración	Con trigeneración
Gastos iniciales de implantación (k€)	10	129	189
Gastos anuales implantación (k€/año)	3,5	13,6	15,6
Suministro de energía eléctrica	73	23	8
Suministro de gas uso hostelería	47	71	87
Suministro gas uso doméstico/comercial (k€/año)	72	85	106
IRR hostelería	-	4,85%	-5,6%
VAN hostelería	-	-1	-79
IRR doméstico/comercial	-	17,1%	0,4%
VAN doméstico/comercial	-	79	-38

El único caso en el que, con las hipótesis de cálculo adoptadas, se obtiene un beneficio económico, es la aplicación del sistema de cogeneración sola en el ámbito doméstico y comercial, con un tiempo de retorno de las inversiones de poco más de 5 años para la tasa de actualización del 5% y un IRR (*Internal Rate of Return*) del 17%. El beneficio obtenido es imputable esencialmente a la reducción de las tasas al gas metano. Para uso doméstico y comercial, en efecto, los impuestos del consumo son de 17 c€/m³, mientras que la cuota destinada a la producción de energía eléctrica (0,250 m³/kWh) se grava sólo con 0,045 c€/m³, y la destinada a la producción propia de energía eléctrica con 0,0138 c€/m³, aunque luego se apliquen las tasas regionales. En el cambio, pues, de la aplicación clásica a los casos de cogeneración y trigeneración, se obtiene una reducción de gastos para la energía eléctrica de 73 a 23 y por tanto, de 8 k€/año, mientras que para el suministro del gas se tiene sólo un aumento de 72 a 85, o sea 106 k€/año.

En el sector de hostelería, por contra, a igualdad de las demás condiciones, el gas empleado está gravado ya en origen con una tasa de 1,2498 c€/m³, reducida después a los mismos valores que para las cuotas destinadas a la producción de energía

eléctrica para uso propio y general. Por tanto, el aumento de gastos para el suministro de gas es más sensible a causa del menor efecto de la desfiscalización.

Se deduce de aquí que las actividades que tienen el régimen fiscal asimilado al industrial (hoteles, piscinas, centros deportivos) tienen menor ventaja económica en implantar instalaciones de cogeneración; tales ventajas, por el contrario, son fuertes para los complejos en condominio, hospitales, centros de salud sin ánimo de lucro, piscinas con ánimo de lucro, etc.

Incentivación

Es evidente que iniciativas de este tipo, encaminadas a mejorar el aprovechamiento de los recursos primarios, podrían tener aplicación cuando encontraran posteriores formas de incentivación. En los sectores en los que, con la actual política fiscal, resultara conveniente la instalación de sistemas de cogeneración, las dificultades técnicas y de gestión anulan los beneficios económicos; mientras que en los sectores en los que ya existen unos sistemas más aptos para adoptar innovaciones de este tipo, el beneficio económico no es suficiente o, simplemente, es inexistente.

Es interesante el resultado que se obtiene si se tiene en cuenta la aplica-

ción de los datos correspondientes a los certificados de eficiencia energética, actualmente en fase de definición, y valorados según el documento de consulta de la Administración del 4 de abril de 2002 entre 150 y 200 € por tep ahorrada. Con el valor mínimo (150 €/tep) para los primeros cinco años, y con 64 y 59 tep/año ahorradas respectivamente por la generación y la trigeneración, los valores de la Tabla 3 se convierten en los de la Tabla 4.

Los valores del IRR del 24,5% en el sector doméstico y comercial permiten poder disponer de los fondos necesarios para superar los obstáculos que se oponen a la utilización en tal campo, mientras que en el sector de hostelería un IRR del 12,5% garantiza actualmente un retorno en casi seis años.

Los sistemas de absorción tienen aún mayor costo (casi el triple con relación a los sistemas de acondicionamiento tradicionales) y una eficiencia energética escasa.

Conclusiones

Si, por un lado, la tecnología para la cogeneración permite obtener sustanciales beneficios en el empleo de los recursos primarios, por otro lado, la actual situación económica, normativa, fiscal y de incentivación no resulta ventajosa. La voluntad de la Unión Europea de promover la cogeneración como recurso para mejorar el uso de la energía primaria requiere además la definición y la aplicación de medidas de incentivación.

Los ejemplos de aplicación en situaciones que técnicamente se prestarían a la instalación de sistemas de cogeneración revelan lo inadecuado de las medidas existentes.

La introducción de los *Certificados de eficiencia energética* puede resultar un instrumento adecuado y eficaz orientado a la incentivación de la cogeneración. También en el campo de los procedimientos autorizativos se hace necesaria una simplificación, con el fin de evitar el empantanamiento burocrático de los proyectos que persigan un buen aprovechamiento energético. ■

Tabla 4 – Análisis económico del caso estudiado con la aplicación del certificado de eficiencia energética valorado en 150 €/tep-año.

	Caso actual	Con cogeneración	Con trigeneración
IRR hostelería	-	12,5%	-0,7%
VAN hostelería (k€)	-	40	-41
IRR doméstico-comercial	-	24,5%	5,1%
VAN doméstico-comercial (k€)	-	120	0,4